

Reserve
/ Ag84m

U. S. DEPT. OF AGRICULTURE
NATIONAL AGRICULTURAL LIBRARY

FEB 24 1969

CURRENT SERIAL RECORDS

ABSORCION DEL AGUA POR EL SUELO

EXPERIMENTOS PARA ESTUDIANTES DE SECUNDARIA



CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA - MEXICO
AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (A. I. D.)



Historic, archived document

Do not assume content reflects current
scientific knowledge, policies, or practices.

3
ABSORCIÓN DEL AGUA
POR EL SUELO;

3a
Experimentos para estudiantes de secundaria //

(Publicación miscelánea núm. 925)

SERVICIO DE INVESTIGACION AGRICOLA
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS
ESTADOS UNIDOS DE AMERICA



CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA
AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (A.I.D.)
MEXICO //

Los problemas del agua han venido rápidamente a atañer a todos, en forma primordial.

Es fácil ver el porqué esto es una realidad. Nuestra población está creciendo en forma constante año con año. Entre más gente hay, hay también mayor consumo de agua —no solamente para uso personal, sino también para la elaboración y preparación de nuestros alimentos y fibras.

Irónicamente, en algunas partes de nuestro país se puede estar luchando con el problema del exceso de agua —inundaciones y erosión— mientras que otras zonas se enfrentan al problema de la escasez de la misma. Independientemente de cuál sea el problema, nosotros debemos darnos cuenta de que el suelo, sobre el que la naturaleza derrama el agua, requiere mucha atención y comprensión de nuestra parte. Nadie debe de pensar que los problemas de la tierra y del subsuelo no le conciernen sólo porque él no se encuentra en contacto directo con ellos.

Esta publicación, preparada principalmente para estudiantes, presenta por analogía y en términos simples los conceptos básicos de "ingresos" de agua (agua con la que se puede contar) relacionados con "egresos" de agua (agua utilizada), propiedades y manejo, inundaciones y medidas de conservación de suelos.

Esta publicación es traducción de WATER INTAKE BY SOIL—EXPERIMENTS FOR HIGH SCHOOL STUDENTS, Publicación miscelánea Núm. 925, editado originalmente en inglés por el Depto. de Agricultura de los E.U. de A. (1963). La presente edición la preparó el Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.), Departamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de América. El Centro es una organización dedicada a la producción de versiones en español del material fílmico e impreso de los programas de cooperación técnica de la Alianza para el Progreso.

Toda solicitud para ésta, o para cualesquiera otras publicaciones del Centro Regional de Ayuda Técnica (RTAC), deberá dirigirse a la Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.), a cargo de la Embajada de los Estados Unidos de América, en el país de residencia del solicitante. Las solicitudes por carta pueden dirigirse así: Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.), a/c Embajada de los E.U. de A. (Capital y país de residencia del solicitante.)

ABSORCION DEL AGUA POR EL SUELO

Experimentos para Estudiantes de Secundaria

POR LLOYD L. HARROLD¹, *División de Investigación de Conservación de Agua y Suelo. Servicio de Investigación Agrícola*

La próxima vez que usted vea llover fuerte, observe cómo las gotas que caen salpican sobre las ventanas del sótano, sobre los costados de las casas y sobre las hojas de las plantas.

A medida que cae la lluvia, parte de ella empieza a deslizarse por el suelo (escurrirse). Los pequeños goteos se convierten en grandes. Note cuánta lluvia la absorbe el suelo . . . y cuánta corre por las cunetas o canales, riachuelos y ríos.

Si usted observa de cerca el escurrimiento del agua, notará que hay dos factores que determinan la velocidad a la que corre ésta —la pendiente de la

tierra y el hecho de que el suelo se encuentre, o no, cubierto por hierba, hojas o capa de paja y otros materiales. El agua que escurre o se desliza puede ser clara; pero las más de las veces ésta puede ser lodosa o estar cargada de limo. ¿Por qué es lodosa?

¿Supone usted que el suelo absorbe la mayor parte del agua precipitada?

Esto depende totalmente del modo como se haya preparado el suelo. No es difícil entender los principios del manejo de suelos y de la conservación del agua. El primer escalón es conocer acerca del grado de absorción del suelo.

ESPONJOSIDAD DEL SUELO

Recuérdese que dijimos que la pendiente y la cubierta determinan qué tan rápido escurre el agua —o, en otras palabras, cuánta absorbe el suelo y cuánta se escurre. Usted puede llevar a cabo un experimento interesante para demostrar exactamente lo que pasa con el suelo y el agua cuando cae un aguacero. Para hacer esto, necesita los siguientes utensilios:

- Una esponja plástica humedecida.
- Hojas de papel secante humedecidas.
- Una botella rociadora de plástico —como las que se usan para humedecer en la lavandería.
- Provisión de agua.

La esponja representa el suelo en excelentes condiciones para admitir el agua. Es porosa, y, como los poros del suelo, absorbe rápidamente el agua y desagua con facilidad. Los poros grandes dejan que el aire entre en la esponja. Los poros pequeños retienen el agua contra la fuerza de gravedad. A ésta se la llama agua capilar. La mayor parte de esta agua capilar del suelo la aprovechan cultivos de la granja, arbustos, flores, árboles —plantas en proceso de desarrollo.

El papel secante representa el suelo pesado, apretado y con una pobre condición para admitir el agua. Sus poros son pequeños y absorben el agua muy

lentamente. El drenaje o desagüe es extremadamente lento. Entra muy poco aire en los poros. Solamente los poros más pequeños del papel secante retienen mucha agua, como sucede con los poros del suelo apretado, pesado, que retienen una cantidad regular de ésta. Pero toda esta agua no es aprovechable para los cultivos, porque gran parte de ella es retenida fuertemente. Un suelo arcilloso apenas enriquecido con un agregado, como el papel secante, permanece húmedo largo tiempo.

La botella rociadora, de plástico flexible, es un medio para mojar o humedecer la esponja y al papel secante. Si no se puede conseguir esta botella, sustitúyala por un envase lechero de papel o cartón. Con una aguja grande haga hoyos pinchando una área circular (como de 2.5 cm de diámetro) a un lado de la parte superior del envase. Cierre estrechamente la cubierta. Invirtiendo el envase, o la botella de plástico, y, exprimiendo, usted puede “hacer llover” para iniciar esta prueba.

Ahora es cuando usted puede observar algunos de los problemas de absorción del agua por el suelo.

Prueba No. 1: Esponja sola

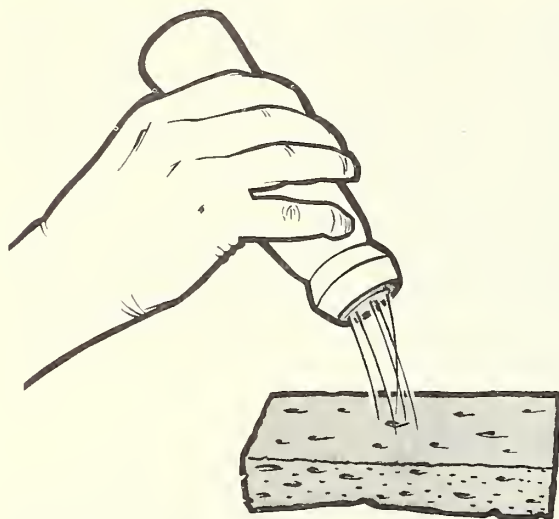
Detenga la esponja con una mano y oprima la botella llena de agua con la otra. Incline el lado

¹ Ingeniero en Hidráulica, Coshocton, Ohio.

más ancho de la esponja de tal manera que pueda ver el escurrimiento del agua.

Incline la botella y exprímala. Observe el agua que cae en la esponja (figura 1). Vea qué tan rápido la esponja absorbe el agua. ¿Puede usted aplicar el agua lo suficientemente rápido para causar

SUELO POROSO



No se observa escurrimiento

Figura 1. Agua aplicada, de la botella rociadora, a una esponja de plástico. Esto demuestra lo que pasa cuando la lluvia cae sobre un suelo poroso. No hay escurrimiento.

escurrimiento? ¿Ha visto antes llover tan fuerte?

Continúe aplicando agua hasta que empiece a gotear ésta de la parte inferior de la esponja.

Revisando ahora lo que se le ha demostrado a usted: No olvide que la esponja representa un suelo poroso, y que, además, su superficie no ha cambiado por el golpeteo y la acción compactadora de la fuerza con que caen las gotas de lluvia. Cubiertas completas de árboles o hierbas, o de hojarasca u otro material vegetal seco, proporcionan esa protección a los suelos de campos agrícolas, jardines de las ciudades o praderas.

Usted ha aplicado el agua muy rápido. Esto puede haber sido un fuerte chubasco en el verano. El suelo puede haber estado muy seco antes de la lluvia; tal vez, la vegetación necesitaba de agua. En estas condiciones, en un pie (30.5 cm) de profundidad del suelo hay suficientes espacios porosos para absorber 3 pulgadas

(75 mm) de lluvia antes de que el suelo se sature. Como la mayoría de las tormentas de verano son de corta duración, usted también aplica el agua por un período corto. ¡Qué bueno que toda el agua de lluvia la haya absorbido el suelo! No hubo escurrimiento ni tampoco erosión. El agua absorbida por el suelo fue suficiente para satisfacer las necesidades de la vegetación, por lo menos, por varios días.

Ahora exprimamos la esponja para sacar el agua, y repitamos la prueba de la tormenta. Así es como lo hace la Naturaleza. La vegetación y evaporación extrae el agua de los poros del suelo. A medida que el suelo se va secando, va teniendo mayor capacidad, mayor espacio para la absorción de agua.

Se puede ver cómo funciona esto, llenando un vaso con canicas pequeñas y agregando agua hasta llegar al nivel superior de las canicas. Esto representa un suelo saturado. Entonces vierta usted cerca de la mitad del agua. Note que algunos de los espacios

SUPERFICIE DE SUELO CON COSTRA LA PARTE SUPERIOR DEL SUELO, POROSA



Escurrimiento fuerte Absorción pequeña de agua

Figura 2. Agua aplicada a un papel secante colocado sobre la esponja. Esto demuestra lo que pasa cuando la lluvia cae sobre la costra de la superficie del suelo y encima de la parte superior del suelo poroso. La esponja absorbe muy poca agua; el escurrimiento es fuerte.

(poros) entre las canicas no tienen agua, pero las canicas que están arriba del agua aún se conservan húmedas. Esta es la forma en que el agua penetra en el suelo después de una fuerte lluvia. Las canicas se secarán después de un tiempo. El agua se ha evaporado. En el campo, la vegetación extrae y aprovecha también parte de esta agua.

Ahora, llene nuevamente el vaso con agua; así es como la lluvia de la tormenta siguiente rellena de agua algunos de los poros del suelo. Por lo tanto, el humedecimiento y secamiento del suelo se suceden continuamente. Mientras más cálida es la temperatura y más cubre la vegetación el suelo, éste se seca más rápidamente. Podría también decirse que es así como el suelo adquiere rápidamente capacidad para absorber más precipitación pluvial. En invierno, el grado de secamiento es menor. Los suelos permanecen húmedos por períodos más largos. El espacio para la absorción de agua se desarrolla entonces muy lentamente.

Prueba No. 2: Papel secante sobre la parte superior de la esponja

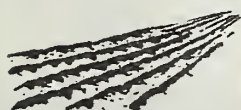
En la prueba siguiente, coloque el papel secante húmedo en la parte superior de la esponja. (Exprima el exceso de agua de la esponja antes de empezar esta prueba.) Aplique ahora agua oprimiendo la botella rociadora y observe qué cantidad tan pequeña de agua penetra, del papel secante, en la esponja. Note cuánta agua escurre (figura 2).

Consideremos lo que esta prueba representa. Esto puede ser un campo de zacate, volteado, o un jardín o prado trabajado con pala y alisado con arados de discos, rastrillo, azadón o lo que se quiera. Estas operaciones de cultivo rompen los terrones grandes en partículas finas. Dichas partículas llenan y obstruyen los poros del suelo que se encuentra en la superficie. La lluvia enfanga y compacta la superficie. Se forma entonces una superficie fina, compacta, similar a la del papel secante. Cuando ésta se seca, se forma una

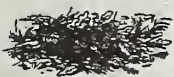
ESCURRIMIENTO DE AGUA

En cuencas de tierra para maíz de 2 acres (0.810 ha)

TRATAMIENTO*



Cultivo común y corriente



Hojarasca



85 barriles



Cultivo mínimo



80 barriles

*Mayo a septiembre

Figura 3.

PERDIDA DE SUELO

En cuencas de tierra para maíz, 2 acres (0.810 ha)

TRATAMIENTO*



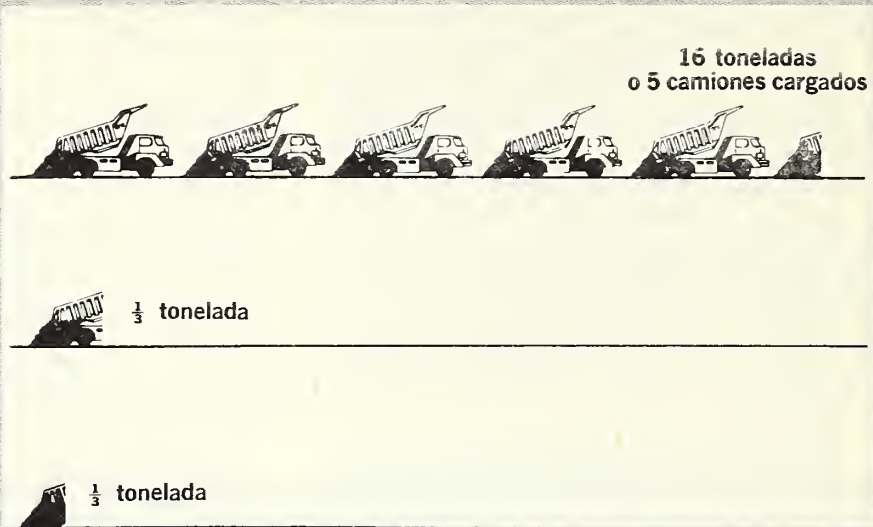
Cultivo común
y corriente



Hojarasca



Cultivo
mínimo



*Mayo a septiembre

Figura 4.

costra. Bajo esta costra hay una capa porosa, abierta y suelta, muy parecida a la esponja. Usted puede darse cuenta de todo esto en su propio jardín o en los campos de cultivo en surco —especialmente en la estación de crecimiento, cuando los aguaceros son frecuentes.

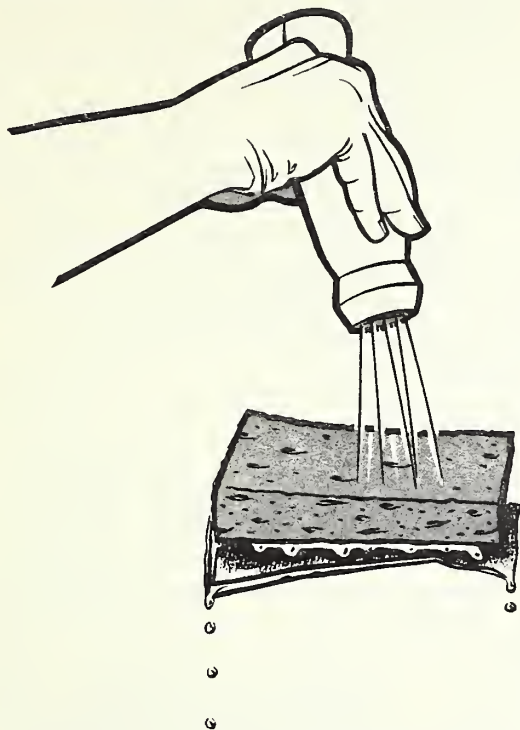
Este volteo, ajustamiento y enfangado por las gotas de agua que caen son justamente una manera en la cual la condición *papel secante-esponja* se presenta de modo natural en los suelos descubiertos. Es bastante difícil que el suelo absorba mucha de la alta intensidad de la lluvia del verano cuando el suelo de tierras de cultivo, pastizales muy usados, de campos pisoteados o los de jardines descubiertos se encuentran descuidados.

Los resultados de los estudios de investigación de la cuenca de Coshocton, Ohio, mostraron que los suelos costrosos sembrados de maíz absorbieron solamente de $\frac{1}{2}$ a 1 pulgada (12.5 a 25 mm) de la precipitación pluvial de julio. De esta tierra sem-

brada de maíz, se lavaron y perdieron dos toneladas de suelo por acre (0.405 ha). Los datos muestran que las 7 pulgadas (17.8 cm) de suelo arable de que se disponía antes de esta tormenta tenían capacidad para absorber cerca de 3 pulgadas (16 mm) de agua. El agua de lluvia de esta tormenta no pudo pasar a través de la superficie de la costra lo suficientemente rápido para aprovechar esta capacidad. Este desperdicio de agua y suelo no debe de ocurrir cuando se cuenta con toda esta capacidad de almacenamiento en los poros del suelo tan cercanos a la superficie.

Por lo tanto, usted puede ver la importancia de esta prueba que se lleva a cabo con el papel secante sobre la esponja. Es obvia la necesidad de manejar los suelos en tal forma que se reduzca la formación de la costra. En los programas de conservación de suelos y agua, es importante llevar a efecto ciertas prácticas, como tener una cubierta vegetal espesa o una de materiales orgánicos, y algunas operacio-

PARTE SUPERIOR DEL SUELO, POROSA SUBSUELO MENOS PERMEABLE



Escurrimiento fuerte Pequeña cantidad de agua absorbida

Figura 5. Agua aplicada a una esponja colocada sobre un papel secante. Esto demuestra lo que pasa cuando llueve sobre la superficie porosa de un suelo cuyo subsuelo es firmemente compacto. El agua escurre (deja de ser absorbida) cuando ésta llega al papel secante.

nes de cultivo. Estas prácticas, ya sea en forma separada o combinada, han reducido el escurrimiento y la erosión. La absorción de agua, en relación con el grado de intensidad de ella, ha sido alta en suelos protegidos.

Veamos algunos de los resultados de investigación en el campo para ver en qué forma se realiza esto. Imagínese un campo con un tamaño aproximado de 2 acres (0.810 ha) o sea, la mitad de una manzana de una ciudad. Este tiene pendiente, y los surcos del suelo están en dirección de esa pendiente. En este campo, la precipitación del agua de un chubasco de verano fue de 1 pulgada (25 mm) de profundidad, y acarreo en su corriente 16 toneladas de suelo fértil. Esta cantidad significa la carga que pueden llevar 5 camiones grandes.

Ahora imagínese un segundo campo del mismo tamaño. Pero éste tiene capa de materia orgánica no descompuesta o paja sobre la superficie, lo que protege al suelo del fuerte golpeteo de la lluvia. El suelo absorbió casi toda la lluvia del verano. La precipitación pluvial fue de 0.05 pulgadas (1.25 mm), de profundidad y acarreo solamente una tonelada de suelo —justamente una camioneta *pick-up* completamente llena.

Hay un tercer campo que parece ser extraordinariamente diferente de los dos primeros. No tiene cubierta vegetal seca. Es áspero, mientras que el primero era plano. El suelo es suelto, no duro, y compactado con rastrillo, arado con discos y azadón. Esta es la preparación mínima de una tierra para sembrar maíz. Aquí, también, el suelo absorbió casi toda la lluvia del verano. La precipitación pluvial fue de 0.05 pulgadas (1.25 mm) de profundidad y acarreo sólo el equivalente a una parte de la carga de suelo de una camioneta *pick-up*.

Prueba No. 3: Papel secante abajo de la esponja

Ponga ahora el papel secante en la parte inferior de la esponja (figura 5). Debe inclinar ligeramente la esponja y el papel secante para permitir el escurrimiento, o la “filtración lateral”. Después de que usted empieza a aplicar el agua, fíjese cuánto tiempo toma el penetrar el agua en la esponja y escurrir sobre el papel secante. Note que no hay escurrimiento sobre la superficie de la esponja. También note que no hay filtración de agua a través del papel secante.

Considere ahora lo que usted vio durante esta prueba. Desde luego, el agua exprimida de la botella representa una fuerte tormenta de lluvia. La esponja es altamente estable, como un suelo poroso. El papel secante representa un suelo inestable, firmemente compacto. En algunos suelos, la esponja corresponde al suelo superior con bastante cantidad de materia orgánica. El agua de lluvia es absorbida y rápidamente transmitida hacia el subsuelo. El papel secante representa un subsuelo a través del cual el agua pasa muy lentamente. Cuando la parte superior superficial del subsuelo, tiene una pendiente como la mostrada por el papel secante en esta prueba, gran parte del agua que escurre sobre su superficie se filtra por los lados de las lomas en forma de manantiales y rápidamente va a dar al flujo de un riachuelo, o forma uno.

El espesor de la esponja de suelo es una cosa im-

portante. Proporciona el volumen o espacio de que puede disponerse para la absorción inmediata de la precipitación pluvial. Tomando en cuenta que las fuertes tormentas del verano no son de larga duración, hay generalmente cerca de 1 ó 2 horas solamente para la absorción de agua. El agua que no puede ser absorbida en este corto tiempo causa a menudo inundaciones y una seria erosión.

Algunas veces, el volumen de absorción de la esponja se termina durante el período de la tormenta. El suelo llega a saturarse. Entonces se produce escurrimiento, aunque haya bastante capacidad de absorción de agua a más bajas profundidades, entre la esponja y el papel secante y abajo de este último. No hay tiempo suficiente durante la "tormenta" para que el agua absorbida pueda traspasar los poros del papel secante, el cual representa un subsuelo de textura fina y menos permeable.

Para ilustrar la forma en que la erosión del suelo afecta la absorción de agua, bajo las condiciones ilustradas en la figura 5, use una esponja la mitad de gruesa. Esta esponja delgada representa un campo con la mitad del suelo superior perdido por erosión. Ahora aplique el agua y observe en qué proporción se ha reducido el espacio disponible para la absorción rápida. También note en qué tanto tiempo menos ocurre el escurrimiento sobre el papel secante —comparado con el caso en que se utiliza la esponja más gruesa.

Resultados de investigación llevada a cabo en Ohio mostraron que en un campo sembrado de avena cuyo suelo superior tenía una profundidad de 6 pulgadas (15.24 cm), el escurrimiento fue de 3 pulgadas (76 mm). En otro campo sembrado con avena, que tenía solamente 3 pulgadas (7.62 cm) de profundidad de suelo superior, el escurrimiento fue dos veces mayor. Cuando la erosión reduce la profundidad de la parte superior del suelo, el desagüe o escurrimiento aumenta. Cuando éste aumenta, el suelo es erosionado en mayor grado. En consecuencia, se acelera el ciclo. Para conservar el agua en modo eficiente, considerado esto desde un punto de vista aislado, es importante reducir la erosión del suelo y retener en éste el mayor espacio de que pueda disponerse para una rápida absorción de agua.

INFLUENCIA DE LA UTILIZACION DEL AGUA EN LAS RESERVAS DE LA MISMA

En la prueba con la esponja sola, a medida que usted iba aplicando agua, observaba mayor filtración por debajo de la esponja. En la naturaleza, a este proceso se le llama percolación. Este es el proceso principal para "recuperar" (recargar) las reservas

Esta prueba no se considera completa hasta que exploremos las posibilidades de cambiar la capacidad de absorción de agua del papel secante, o subsuelo. En la figura 5, el papel secante es muy delgado. La capa de material lentamente permeable ilustrada por el papel secante puede variar, en espesor, de solamente 1 pulgada (2.54 cm) a algunos pies.* Si la capa es delgada y bajo ésta hay una zona de suelo de mayor permeabilidad, entonces existe la posibilidad de perforar el material pesado y proveerlo de un mayor espacio poroso con el que pueda contarse para una rápida absorción de agua. Esto puede efectuarse mecánicamente o por las raíces de las plantas.

Cuando la capa de un suelo lentamente permeable es de un espesor de varios pies, no es práctico abrir completamente la capa con el arado u otra clase de equipo. Las raíces de las plantas penetran en esta capa, pero no la atraviesan. Ni con los procedimientos mecánicos, ni cubriendo la superficie con revestimientos vegetales ha sido posible mejorar, hasta la fecha, con éxito notable, la permeabilidad de un subsuelo duro y con ese espesor. Las técnicas de este tipo o nuevas técnicas pueden, con el tiempo, probar ser prometedoras para ampliar el espacio poroso de un suelo y hacerlo más profundo y pronto a la absorción. Se necesita más investigación en relación con este aspecto.

El agua para el uso de los cultivos en las regiones húmedas —al este del meridiano 100— viene principalmente de la precipitación pluvial absorbida por el suelo. Gran parte del agua para uso común por parte del hombre, de los animales y de la industria proviene de la filtración de las aguas absorbidas por el suelo y de los depósitos naturales subterráneos. El agua que inunda las cuencas hidrográficas viene principalmente del agua de lluvia que no pudo ser absorbida por el suelo. Muchas de esas inundaciones ocurren en la estación de crecimiento. Es posible llegar a reducir el flujo de la inundación si con cambios en el manejo y la preparación del suelo, la mayor parte de la capacidad de éste puede utilizarse para la absorción de agua.

* 1 pie = 30.5 cm.

de agua subterránea. No hubo escurrimiento hasta que la esponja se hubo saturado. De modo semejante, no hay "recuperación" (recarga), prácticamente, de las reservas de agua subterránea durante el verano y otoño, cuando el suelo ha perdido su humedad.

El ciclo hidrológico

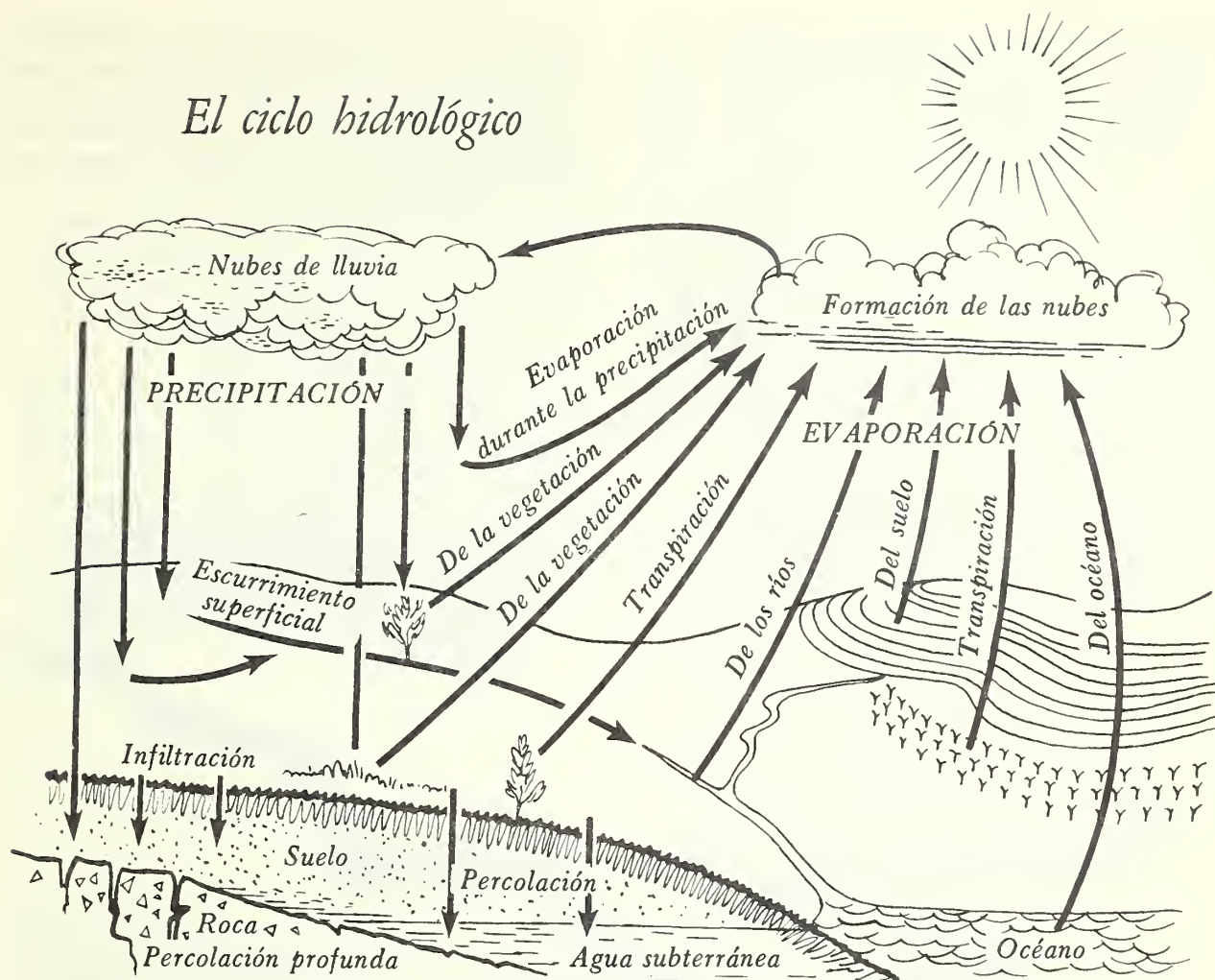


Figura 6. El ciclo hidrológico. El agua va del océano al cielo, a la tierra y finalmente regresa al océano.

No es sino hasta el período de invierno-primavera cuando el suelo se humedece suficientemente para permitir una percolación profunda.

El agua subterránea es una fuente importante para todas las fases de nuestra actividad. Debemos estudiar, proteger y mejorar este proceso de "recuperación" o recarga (figura 6). Para darse cuenta de cómo el uso de la tierra afecta la recuperación, trate de hacer que el agua se filtre al través de la esponja cubierta con papel secante. Este es un proceso muy lento. Gran parte del agua fluye a la superficie, y en la esponja no queda mucha. Lo mismo sucede en campos desnudos y suelos compactos.

De una lluvia de 39 pulgadas (985.6 mm) sobre un campo de maíz en una estación de investigación, 15 pulgadas (381 mm) se escurrieron, 24 pulgadas (609.6 mm) mojaron por absorción el suelo, y 3 pul-

gadas (76.2 mm) se filtraron al lugar de reserva de agua subterránea. En un pastizal, se escurrió sólo una pulgada (25.4 mm), 38 pulgadas (965.2 mm) mojaron el suelo por absorción y se filtraron 12 pulgadas (304.8 mm) al lugar de reserva de agua subterránea. Usted puede darse cuenta de que el uso de la tierra afecta la absorción de agua y la cantidad de la misma que el suelo aprovecha para los cultivos, así como la que llega por filtración (percolación) hasta los lugares de reserva de agua subterránea para el uso humano.

En la prueba que usted está llevando a cabo, ¿qué pasará con la esponja, si una parte del agua vertida en ésta se evaporara? O suponga que exprime demasiado la esponja, ¿no es cierto que habrá menor percolación? Esto es difícil de ilustrar con la esponja; pero razonemos juntos un poco sobre este asunto. El pastizal mencionado antes y de cuya superficie se

filtraron hasta el lugar de reserva 12 pulgadas (304.8 mm) de agua, estaba sembrado de un pasto o zacate de raíz superficial. Este tipo de vegetación aprovechó toda el agua que había solamente en 1 pie o 2 (30.5 o 61 cm) del suelo, después se suspendió ese aprovechamiento. No pudo utilizar el agua que se encontraba a profundidades mayores. El suelo que se hallaba abajo de esta profundidad permaneció húmedo. Las lluvias de otoño e invierno sólo habían humedecido superficialmente el suelo antes de que la percolación escurriera. Esto es como si usted iniciara su prueba con una esponja bastante húmeda o sin exprimirla demasiado —tanto como para dejarla casi seca.

En esta estación de investigación, se estudió otro campo. Este tenía alfalfa y zacate bromo. Las raíces penetraron profundamente en el suelo. Esta vegetación siguió aprovechando agua bastante tiempo después de que el zacate de raíces superficiales del otro

campo dejó de hacerlo. (Esto es como si iniciara su prueba con una esponja muy seca.) Entonces, cuando vinieron las lluvias de otoño e invierno, tuvo que pasar bastante tiempo para que todo el espesor del suelo estuviera suficientemente húmedo como para permitir la percolación. De hecho, solamente se produjo una percolación de 6 pulgadas (152.4 mm).

Ahora usted ve que hay otras maneras de cambiar la recarga del agua subterránea. Por supuesto, debe tenerse en cuenta que hay condiciones en las cuales no se obtendrán los resultados deseados.

Puede ser que algunos suelos sean tan delgados que la profundidad del sistema radicular de las diferentes clases de vegetación no difiera notablemente. Además, las lluvias pueden ocurrir tan frecuentemente que el suelo nunca llegue a secarse completamente. Entonces no se producirá un cambio apreciable en la percolación. También, hay algunas secciones de Estados Unidos que tienen menos de 25 pulgadas



Figura 7. Las inundaciones aguas arriba generalmente cubren áreas pequeñas y ocurren durante la estación de crecimiento.

(635 mm) de precipitación pluvial y en donde no hay suficiente agua para una percolación profunda, independientemente del tratamiento que se le dé a la tierra.

En el ejemplo antes citado, en el cual se tenía una vegetación de raíces profundas, se obtiene una producción mayor de cultivos. En este caso, la vege-

tación aprovecha más agua. También, hubo menos agua subterránea disponible para uso humano. En diferentes estaciones de investigación, se han efectuado trabajos para mejorar en forma eficiente el grado de aprovechamiento del agua por los cultivos, y para evaluar sus efectos en las reservas de agua para otras necesidades.

INUNDACIONES Y ABSORCION E INFILTRACION DEL AGUA

¿Qué es lo que causa las inundaciones?

Para llegar a la raíz del problema de la inundación, tenemos que considerar las características de la precipitación del agua —en otras palabras, la forma en que la naturaleza deposita el agua en el suelo. Esto ayuda a catalogar esos factores de acuerdo con la estación. La tabulación siguiente muestra cuáles son esas características en las zonas húmedas de los Estados Unidos.

Esas características pueden ser diferentes en otras zonas de los Estados Unidos —zonas áridas o semi-áridas—, pero, en general, son básicas para un conocimiento de la causa de las inundaciones y erosión del suelo y también para estudiar y tomar las medidas necesarias para la solución del problema.

	<i>Estación inactiva</i>	<i>Estación de cultivo</i>
FORMA de precipitación.....	Nieve o lluvia	Lluvia
GRADO de la lluvia.....	Bajo	Alto
DURACIÓN de la lluvia.....	Largo tiempo	Corto Tiempo
TAMAÑO DE LAS GOTAS de la lluvia.....	Pequeñas	Grandes
ÁREA que abarcó la lluvia.....	Grande	Pequeña

Para relacionar esas características con las inundaciones, puede ser útil clasificar y discutir dos clases distintas de inundaciones —inundaciones aguas arriba e inundaciones aguas abajo.

Inundaciones aguas arriba

Las inundaciones aguas arriba destacan en regiones como la vertiente del río Ohio en cuencas que tienen áreas de drenaje que miden por encima de unas 500 millas cuadradas (129,500 hectáreas). Ocurren durante la estación de cultivo, cuando el suelo no está normalmente saturado. El área que cubre la inundación es generalmente pequeña —tan pequeña como 1 milla cuadrada (259 hectáreas) (figura 7). Para entender porqué esto es cierto vea la tabulación arriba indicada. Bajo la columna “Estación de cultivo”, note que el *área* que abarca la lluvia es pequeña;

la *duración* es corta y el *grado* de precipitación pluvial es alto. Esto significa que no obstante que la inundación que abarca 1 milla cuadrada (259 hectáreas) de la vertiente puede ser fuerte, el flujo que corre en los ríos adyacentes puede ser tan pequeño como un chorro de agua. Cuando el agua de inundación de un río se combina con el flujo pequeño de zonas vecinas a él, generalmente no hay problema de inundación en el cauce más grande.

Una manera de reducir el flujo de la creciente, en tal situación, será dar los pasos necesarios para dejar el suelo en condiciones de absorber más agua. El resultado será naturalmente menor escurrimiento. Algunas de esas prácticas son: reforestación, cultivo en contorno, manejo de residuos, mejoramiento de los sistemas de cultivo. Todas esas prácticas son extremadamente buenas. Desafortunadamente, nosotros no estamos en posibilidad de abrir los poros en los suelos pesados (el secante colocado abajo de la esponja) y conservarlos abiertos de manera tal de reducir el escurrimiento de las fuertes tormentas. Por lo tanto, lo que hacemos es construir represas para retener temporalmente el exceso de agua superficial.

Las represas de retención son usualmente diseñadas y operadas para reducir las crecientes de los tributarios específicos del cauce de un río. Algunas son automáticas y en ellas hay aberturas fijas para controlar el flujo. Otras son manualmente controladas. Casi todas operan en tal forma que el agua retenida se desaloja tan rápido como es posible para disponer de espacio suficiente para la siguiente tormenta.

Algunas veces, el agua desalojada de las represas de retención es solamente una pequeña parte del flujo total de los cauces aguas abajo. Por lo tanto, vemos que con una represa o un sistema de represas, diseñados para prevenir una inundación en una área en particular, no se puede esperar que prevengan la creciente o inundación a todo lo largo del cauce aguas abajo.

Inundaciones aguas abajo

Las inundaciones agua abajo —como aquellas



Figura 8. Las inundaciones aguas abajo cubren amplias áreas y ocurren durante la estación inactiva.

que cubren una amplia área y dan lugar a los encabezados principales de los periódicos— son más prominentes en la estación invierno-primavera. Los grados de precipitación en este tiempo son generalmente bajos y no hay problema para absorber la baja intensidad del agua de lluvia al principiar la tormenta. Pero estas tormentas de la estación inactiva duran bastante tiempo y cubren grandes áreas. El suelo llega a humedecerse bastante y su capacidad para absorber más agua viene a ser insignificante. Como resultado de esto, se produce el escurrimiento. El grado de escurrimiento, sin embargo, es pequeño porque la precipitación de lluvia es baja. Normalmente, no se tienen problemas de inundación en zonas pequeñas durante este tiempo. Sin embargo, cuando miles de estas zonas pequeñas mandan y depositan sus corrientes en una cuenca, o río, ocurren las grandes inundaciones (figura 8). Sobre la cuenca de la vertiente de 1,000 millas cuadradas (459,000 hec-

táreas) o más del río Ohio ocurren, en la estación inactiva, cerca del 75 por ciento de las más serias inundaciones anuales. Algunas veces, los deshielos contribuyen al desbordamiento de los grandes ríos.

El estudio de la demostración de la esponja-secante nos permite analizar esta clase de problema de inundación y llegar a tener una idea de la forma en que podemos mediarla.

La lluvia de larga duración de la estación inactiva humedece considerablemente la esponja del suelo. Ocurrendo el escurrimiento principalmente porque se agota la capacidad de absorción del suelo, o porque éste puede estar congelado. Nadie puede esperar que sólo con los tratamientos de la tierra puedan prevenirse tales inundaciones. Por supuesto, los programas de control de erosión de la tierra son beneficiosos, porque reducen la sedimentación en los depósitos y cauces. Para prevenir o reducir esas inundaciones, se debe tratar de conservar los niveles del

agua lo más altos posible en los cauces confinados de los ríos, con un sistema de diques o mejorando el cauce mismo.

Es importante recordar que las estructuras para la prevención de inundaciones río arriba no eliminan la necesidad de mejorar los depósitos o represas aguas abajo y cauce del río y diques. Asimismo, los reci-

pientes o represas aguas abajo no previenen los daños que causa la inundación en zonas aguas arriba. Debido a que a las inundaciones aguas arriba no se les hace mucha publicidad nacional, uno puede pensar que no causan mucho daño. Sin embargo, el daño que causan, en conjunto, es tan grande como el causado por las inundaciones aguas abajo.

EL PAPEL DE LA INVESTIGACION

Como lo indicó también la demostración de la esponja, un suelo poroso, bien manejado, puede influir bastante en la reducción de las inundaciones de verano —tan comunes en áreas pequeñas de las tierras altas de las cuencas hidrográficas. Afortunadamente, la Naturaleza ofrece una oportunidad para que el hombre haga algo en favor de la absorción del agua. Los estudios de investigación muestran que la capacidad del suelo para absorber humedad aumenta generalmente durante la estación de cultivo, porque el suelo está secándose. En cierto tiempo, un suelo con una profundidad de 40 pulgadas (101 cm) es capaz de absorber tanto como 10 pulgadas (25.4 cm) de agua, SI las condiciones son favorables.

Este “sí” y otros proporcionan algunos de los incentivos en la investigación del manejo de la tierra y el agua. Consecuentemente, los geólogos, ingenieros e hidrólogos están estudiando los conductos para utilizar y tratar la tierra en orden a mejorar los grados y cantidades de absorción del agua de las tormentas durante la estación de cultivo. Sus metas son las de reducir el escurrimiento del agua de las inundaciones y aumentar las reservas de agua de lluvia para uso humano y aprovechamiento de los cultivos.

No importa en dónde descansa el problema —en el aprovechamiento del agua, en su manejo, o en la prevención de las inundaciones— el tema de *absorción del agua por el suelo* es importante y merece mucho estudio.

Este folleto fue impreso en la Litografía Rekord, S.A., Av. Taxqueña No. 1798. Se terminó de imprimir el 20 de marzo de 1967. El tiro fue de 10,000 ejemplares en papel Litoffset de 48 kg. y la portada en bristol de 80 kg.

